

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

#3
D.G.
8-28-02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年11月27日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-359025

出 願 人
Applicant(s):

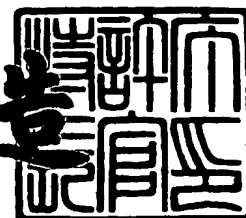
株式会社村田製作所



2001年 9月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3081224

【書類名】 特許願

【整理番号】 100161

【提出日】 平成12年11月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05K 3/46

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

【氏名】 原田 英幸

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

【氏名】 砂原 博文

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代表者】 村田 泰隆

【代理人】

【識別番号】 100085143

【弁理士】

【氏名又は名称】 小柴 雅昭

【電話番号】 06-6779-1498

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040970

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 0 - 3 5 9 0 2 5

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多層セラミック基板およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 キャビティを形成するための貫通孔を有する第1のセラミックグリーンシートと少なくとも前記貫通孔の位置に貫通孔を有しない第2のセラミックグリーンシートとをそれぞれ作製する工程と、

前記第1のセラミックグリーンシートと前記第2のセラミックグリーンシートとを積層することによって、積層方向での少なくとも一方の端面に開口を位置させるように前記貫通孔によって形成されたキャビティを有するグリーンシート積層体を作製する工程と、

前記グリーンシート積層体を焼成する工程と
を備える、多層セラミック基板の製造方法であって、

前記グリーンシート積層体を焼成する工程において前記第1のセラミックグリーンシートと前記第2のセラミックグリーンシートとの界面部に生じる収縮応力を緩和するための収縮緩和材料を用意する工程をさらに備え、

前記グリーンシート積層体を作製する工程は、前記キャビティの内周面の底面側端部において当該キャビティの内周面の全周にわたって露出する状態で、前記第1のセラミックグリーンシートと前記第2のセラミックグリーンシートとの界面の少なくとも一部に沿って、前記収縮緩和材料からなる収縮緩和パッドを設ける工程を含むことを特徴とする、多層セラミック基板の製造方法。

【請求項2】 前記収縮緩和パッドは、前記キャビティの内周面の近傍においてのみ、前記第1のセラミックグリーンシートの主面の面積の10%以上の面積をもって設けられる、請求項1に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項3】 前記収縮緩和パッドは、前記第1のセラミックグリーンシートと実質的に同じ平面形状をもって、前記第1のセラミックグリーンシートと前記第2のセラミックグリーンシートとの界面に沿って層状に設けられる、請求項1に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項4】 前記収縮緩和パッドは、前記キャビティの深さに対して20%以下の厚みをもって設けられる、請求項1ないし3のいずれかに記載の多層セ

ラミック基板の製造方法。

【請求項 5】 前記収縮緩和パッドは、ガラス成分を含み、その軟化温度は、前記第 1 および第 2 のセラミックグリーンシートの収縮開始温度と同等かそれより低い、請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 6】 前記第 1 および第 2 のセラミックグリーンシートは、ガラス成分を含む、請求項 5 に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 7】 前記第 1 および第 2 のセラミックグリーンシートに含まれる前記ガラス成分の含有率は、前記収縮緩和パッドに含まれるガラス成分の含有率より少ない、請求項 6 に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 8】 前記収縮緩和パッドに含まれる前記ガラス成分は、前記第 1 および第 2 のセラミックグリーンシートに含まれる前記ガラス成分と同種のものを含む、請求項 7 に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 9】 前記収縮緩和パッドに含まれる前記ガラス成分と前記第 1 および第 2 のセラミックグリーンシートに含まれる前記ガラス成分とは、同種である、請求項 8 に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 10】 前記第 1 および第 2 のセラミックグリーンシートに含まれるセラミック材料よりも焼結温度の高い収縮抑制用無機材料を用意する工程をさらに備え、

前記グリーンシート積層体を作製する工程は、前記キャビティの開口を露出させる貫通部を形成した状態としながら、前記グリーンシート積層体の積層方向での各端面を覆うように、前記収縮抑制用無機材料を含む収縮抑制層を設ける工程を含み、

前記グリーンシート積層体を焼成する工程は、前記第 1 および第 2 のセラミックグリーンシートに含まれる前記セラミック材料のみが焼結する条件下で実施される、請求項 6 ないし 9 のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 11】 請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の製造方法によって得られた、多層セラミック基板。

【請求項 12】 焼成工程を経て得られるものであって、キャビティを形成

するための貫通孔を有する第 1 のセラミック層と少なくとも前記貫通孔の位置に貫通孔を有しない第 2 のセラミック層とが積層されており、かつ積層方向での少なくとも一方の端面に開口を位置させるように前記貫通孔によって形成されたキャビティを有する、積層体を備え、

前記キャビティの内周面の底面側端部において当該キャビティの内周面の全周にわたって露出する状態で、前記第 1 のセラミック層と前記第 2 のセラミック層との界面の少なくとも一部に沿って、収縮緩和パッドが設けられ、

前記収縮緩和パッドは、焼成工程における前記第 1 のセラミック層と前記第 2 のセラミック層との界面部に生じる収縮応力を緩和するための収縮緩和材料を含んでいる、多層セラミック基板。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、多層セラミック基板およびその製造方法に関するもので、特に、電子部品を実装かつ収容するためのキャビティを有する多層セラミック基板およびその製造方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

電子機器に対する小型軽量化、多機能化、高信頼性化等の要望が、近年、ますます高まっており、これに伴い、基板への実装技術の向上も求められている。基板への実装技術の向上を図る効果的な方法として、最も典型的には、基板での配線の高密度化を図ることがある。

【 0 0 0 3 】

そこで、このような基板での配線の高密度化に対応するため、セラミックグリーンシートに導体膜等を印刷によって形成したものを複数枚積み重ね、プレスした後、焼成することによって作製される多層セラミック基板の開発が進められている。

【 0 0 0 4 】

他方、多層セラミック基板自身の小型化および低背化を図るため、多層セラミ

ック基板に、電子部品実装用のキャビティを形成することが有効である。

【0005】

しかしながら、このようなキャビティを形成した多層セラミック基板の場合には、これを得るための焼成工程の結果、キャビティの底面部の端部においてクラックが発生しやすいという問題がある。このようなクラックは、焼成工程の前において、多層セラミック基板となるべきグリーンシート積層体をプレスするとき、キャビティが存在しているために、グリーンシート積層体全体に対して均一な圧力をかけることが困難であり、そのため、キャビティの底面部の端部に残留応力がもたらされることが原因となって発生するものと考えられる。

【0006】

上述の問題を解決するため、特開平9-39160号公報には、キャビティを有するグリーンシート積層体を、1対のゴムシートで挟んだ状態で真空パックし、静止流体中で等方加圧することによってプレス工程を実施することが記載されている。

【0007】

また、特開平9-181449号公報には、キャビティと同形状の凸部分を有する弾性体をもって、グリーンシート積層体を加圧することによってプレス工程を実施することが記載されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開平9-39160号公報または特開平9-181449号公報に記載されている方法は、いずれも、プレス時に均等な圧力をかけることを目的とするものであるが、実際には、圧力を均等にかけることは非常に困難である。たとえば、特開平9-181449号公報に記載の方法では、用いる弾性体の形状や性質などを細かくかつ厳しく規定する必要があり、また、いかなる弾性体を用いても、完全に均一な圧力をかけることはほとんど不可能であると言っても過言ではない。

【0009】

そのため、キャビティを形成したグリーンシート積層体に対してプレス工程に

において均一な圧力をかけようとする方法に頼る限り、部分的に残留する応力の問題を回避することが不可能に近く、そのため、焼成工程において、収縮応力がかかり、この収縮応力のかかり方によって、特にキャビティの底面部の端部に発生するクラックを完全に防ぐことはできないのが現状である。

【 0 0 1 0 】

そこで、この発明の目的は、上述したような問題を解決し得る多層セラミック基板の製造方法およびこの製造方法によって得られた多層セラミック基板を提供しようとすることである。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

この発明は、キャビティを形成するための貫通孔を有する第1のセラミックグリーンシートと少なくとも上記の貫通孔の位置に貫通孔を有しない第2のセラミックグリーンシートとをそれぞれ作製する工程と、第1のセラミックグリーンシートと第2のセラミックグリーンシートとを積層することによって、積層方向での少なくとも一方の端面に開口を位置させるように貫通孔によって形成されたキャビティを有するグリーンシート積層体を作製する工程と、グリーンシート積層体を焼成する工程とを備える、多層セラミック基板の製造方法に向けられるものであって、上述した技術的課題を解決するため、次のような構成を備えることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

すなわち、上述したグリーンシート積層体を焼成する工程において第1のセラミックグリーンシートと第2のセラミックグリーンシートとの界面部に生じる収縮応力を緩和するための収縮緩和材料が用意される。

【 0 0 1 3 】

そして、グリーンシート積層体を作製する工程において、キャビティの内周面の底面側端部において当該キャビティの内周面の全周にわたって露出する状態で、第1のセラミックグリーンシートと第2のセラミックグリーンシートとの界面の少なくとも一部に沿って、上述の収縮緩和材料からなる収縮緩和パッドを設けるようにされることを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

上述の収縮緩和パッドは、キャビティの内周面の近傍においてのみ、第1のセラミックグリーンシートの主面の面積の10%以上の面積をもって設けられたり、あるいは、第1のセラミックグリーンシートと実質的に同じ平面形状をもって、第1のセラミックグリーンシートと第2のセラミックグリーンシートとの界面に沿って層状に設けられたりすることができる。

【 0 0 1 5 】

収縮緩和パッドは、キャビティの深さに対して20%以下の厚みをもって設けられることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

収縮緩和パッドは、好ましい実施態様では、ガラス成分を含み、その軟化温度は、第1および第2のセラミックグリーンシートの収縮開始温度と同等かそれより低くされる。

【 0 0 1 7 】

上述の実施態様において、第1および第2のセラミックグリーンシートは、ガラス成分を含むことが好ましい。

【 0 0 1 8 】

上述の場合、第1および第2のセラミックグリーンシートに含まれるガラス成分の含有率は、収縮緩和パッドに含まれるガラス成分の含有率より少なくされることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

また、収縮緩和パッドに含まれるガラス成分は、第1および第2のセラミックグリーンシートに含まれるガラス成分と同種のものを含むことが好ましい。この場合において、収縮緩和パッドに含まれるガラス成分と第1および第2のセラミックグリーンシートに含まれるガラス成分とが、同種であることがより好ましい。

【 0 0 2 0 】

この発明は、焼成工程においてグリーンシート積層体の主面方向での収縮を実質的に生じさせないようにすることができる、いわゆる無収縮プロセスを適用し

た、多層セラミック基板の製造方法にも適用することができる。

【 0 0 2 1 】

上述の無収縮プロセスによる多層セラミック基板の製造方法においては、第 1 および第 2 のセラミックグリーンシートに含まれるセラミック材料よりも焼結温度の高い収縮抑制用無機材料が用意され、グリーンシート積層体を作製する工程では、キャビティの開口を露出させる貫通部を形成した状態としながら、グリーンシート積層体の積層方向での各端面を覆うように、上述の収縮抑制用無機材料を含む収縮抑制層を設けるようにされ、グリーンシート積層体を焼成する工程は、第 1 および第 2 のセラミックグリーンシートに含まれるセラミック材料のみが焼結する条件下で焼成が実施される。

【 0 0 2 2 】

この発明は、また、上述したような製造方法によって得られた多層セラミック基板にも向けられる。

【 0 0 2 3 】

この発明に係る多層セラミック基板は、焼成工程を経て得られるものであって、キャビティを形成するための貫通孔を有する第 1 のセラミック層と少なくとも上記の貫通孔の位置に貫通孔を有しない第 2 のセラミック層とが積層されており、かつ積層方向での少なくとも一方の端面に開口を位置させるように上記の貫通孔によって形成されたキャビティを有する、積層体を備えている。また、キャビティの内周面の底面側端部において当該キャビティの内周面に全周にわたって露出する状態で、第 1 のセラミック層と第 2 のセラミック層との界面の少なくとも一部に沿って、収縮緩和パッドが設けられている。この収縮緩和パッドは、焼成工程における第 1 のセラミック層と第 2 のセラミック層との界面部に生じる収縮応力を緩和するための収縮緩和材料を含んでいる。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

図 1 には、この発明の一実施形態による製造方法を実施して多層セラミック基板を製造する途中の段階で得られるグリーンシート積層体 1 が図解的に断面図で示されている。

【 0 0 2 5 】

グリーンシート積層体 1 は、積層方向での各端部に第 1 および第 2 の端面 2 および 3 を有しているが、第 1 の端面 2 に開口 4 を位置させているキャビティ 5 を形成している。

【 0 0 2 6 】

このようなグリーンシート積層体 1 を作製するにあたって、キャビティ 5 を形成するための貫通孔 6 をそれぞれ有する複数の第 1 のセラミックグリーンシート 7 と貫通孔を有しない複数の第 2 のセラミックグリーンシート 8 とがそれぞれ用意される。第 1 および第 2 のセラミックグリーンシート 7 および 8 は、ガラス成分を含むガラスセラミックをもって構成されてもよい。

【 0 0 2 7 】

そして、第 1 のセラミックグリーンシート 7 と第 2 のセラミックグリーンシート 8 とが積層されることによって、グリーンシート積層体 1 が得られる。より具体的には、グリーンシート積層体 1 を得るため、複数の第 2 のセラミックグリーンシート 8 が積層されたものの上に、複数の第 1 のセラミックグリーンシート 7 が積層される。

【 0 0 2 8 】

また、グリーンシート積層体 1 には、第 1 のセラミックグリーンシート 7 と第 2 のセラミックグリーンシート 8 との界面に一部に沿って、収縮緩和パッド 9 が設けられている。収縮緩和パッド 9 は、後述する焼成工程において、第 1 のセラミックグリーンシート 7 と第 2 のセラミックグリーンシート 8 との界面部に生じる収縮応力を緩和するための収縮緩和材料から構成される。そのため、たとえば、収縮緩和パッド 9 は、ガラス成分を含んでいる。そして、収縮緩和パッド 9 による収縮応力の緩和作用を適正に働かせるようにするため、このガラス成分の軟化温度は、第 1 および第 2 のセラミックグリーンシート 7 および 8 の収縮開始温度と同等かそれより低くされることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

また、第 1 および第 2 のセラミックグリーンシート 7 および 8 が、前述したように、ガラス成分を含む場合、このガラス成分の含有率は、収縮緩和パッド 9 に

含まれるガラス成分の含有率より少なくされることが好ましい。収縮緩和パッド 9 による収縮応力の緩和作用を適正に働かせることを可能にするためである。

【 0 0 3 0 】

また、収縮緩和パッド 9 に含まれるガラス成分は、第 1 および第 2 のセラミックグリーンシート 7 および 8 に含まれるガラス成分と同種のものを含むことが好ましい。これによって、焼成後において、収縮緩和パッド 9 とこれに接する第 1 および第 2 のセラミックグリーンシート 7 および 8 との界面部分での接合性を向上させることができる。この接合性の向上のためには、収縮緩和パッド 9 に含まれるガラス成分と第 1 および第 2 のセラミックグリーンシート 7 および 8 に含まれるガラス成分とが、同種であることがより好ましい。

【 0 0 3 1 】

収縮緩和パッド 9 は、キャビティ 5 の内周面の底面側端部において当該キャビティ 5 の内周面の全周にわたって露出するように設けられる。このような収縮緩和パッド 7 の形成方法としては、たとえば、収縮緩和材料をペースト化し、このペーストを、第 1 のセラミックグリーンシート 7 または第 2 のセラミックグリーンシート 8 上の所定の位置にスクリーン印刷する方法が採用される。また、収縮緩和材料を含むペーストからグリーンシートを作製し、このグリーンシートを第 1 のセラミックグリーンシート 7 または第 2 のセラミックグリーンシート 8 上の所定の位置に配置するようにしてもよい。

【 0 0 3 2 】

収縮緩和パッド 9 は、第 1 のセラミックグリーンシート 7 の主面の面積の 1 0 % 以上の面積をもって設けられることが好ましい。第 1 のセラミックグリーンシート 7 の主面の面積に対して、収縮緩和パッド 9 が 1 0 % 未満の面積しか有していない場合には、収縮緩和パッド 9 がその機能を十分に果たすことができないことがあるからである。

【 0 0 3 3 】

また、収縮緩和パッド 9 は、キャビティ 5 の深さに対して 2 0 % 以下の厚みをもって設けられることが好ましい。収縮緩和パッド 9 の厚みが、キャビティ 5 の深さに対して、2 0 % より厚いと、キャビティ 5 の側壁部の変形が大きくなって

しまうことがあるためである。

【0034】

なお、図示しないが、グリーンシート積層体1には、セラミックグリーンシート7および8の各々の間の特定の界面に沿って内部導体膜が形成されたり、セラミックグリーンシート7および8の特定のものを貫通するようにビアホール導体が形成されたり、端面2および3上に外部導体膜が形成されたりしている。

【0035】

次に、グリーンシート積層体1は、その積層方向にプレスされる。このプレス工程では、キャビティ5の周辺部がプレスされるとともに、開口4を通してキャビティ5の底面部がプレスされる。より具体的には、グリーンシート積層体1を、シリコンゴム等の弾性体などとともに金型（図示せず。）内に入れ、静水圧プレス法を適用することによって、グリーンシート積層体1をプレスすることが行なわれる。

【0036】

次に、グリーンシート積層体1は、金型から取り出され、次いで焼成される。この焼成にあたっては、より具体的には、通常の酸化性雰囲気において、まず、グリーンシート積層体1に含まれる有機成分を分解しかつ消失させる脱脂工程を実施し、さらに本焼成工程を実施するようにされる。

【0037】

上述の焼成工程において、グリーンシート積層体1のキャビティ5の内周面の底面側端部に露出する状態で収縮緩和パッド9が設けられているので、キャビティ5の底面部の端部に収縮応力がかかっても、セラミックグリーンシート7および8の収縮開始温度に達したときには、収縮緩和パッド9を十分に軟化している状態とすることができ、そのため、第1のセラミックグリーンシート7と第2のセラミックグリーンシート8との界面で各々の収縮挙動を分離させることができ、キャビティ5の底面部の端部にかかる収縮応力を緩和することができる。その結果、この部分でのクラックの発生を抑制することができる。

【0038】

このようにして、図1に示したグリーンシート積層体1の焼成によって、図2

に示すように、目的とする多層セラミック基板 1 0 を適正な状態で得ることができ、図 2 において、図 1 に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【 0 0 3 9 】

図 2 を参照して、多層セラミック基板 1 0 は、貫通孔 6 を有する第 1 のセラミックグリーンシート 7 から得られた第 1 のセラミック層 1 1 と貫通孔を有しない第 2 のセラミックグリーンシート 8 から得られた第 2 のセラミック層 1 2 とが積層されており、かつ積層方向での第 1 の端面 2 に開口 4 を位置させるように貫通孔 6 によって形成されたキャビティ 5 を有する、積層体 1 3 を備えている。

【 0 0 4 0 】

また、キャビティ 5 の内周面の底面側端部において当該キャビティ 5 の内周面の全周にわたって露出する状態で、第 1 のセラミック層 1 1 と第 2 のセラミック層 1 2 との界面の一部に沿って、収縮緩和パッド 9 が設けられている。

【 0 0 4 1 】

図 3 は、この発明の他の実施形態による製造方法を実施して多層セラミック基板を製造する途中の段階で得られるグリーンシート積層体 2 1 を図解的に示す断面図である。図 3 において、図 1 に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【 0 0 4 2 】

図 3 に示したグリーンシート積層体 2 1 においては、収縮緩和パッド 2 1 の形成態様が、図 1 に示した収縮緩和パッド 9 の場合と異なっている。すなわち、収縮緩和パッド 2 2 は、第 1 のセラミックグリーンシート 7 と実質的に同じ平面形状をもって、第 1 のセラミックグリーンシート 7 と第 2 のセラミックグリーンシート 8 との界面に沿って層状に設けられている。

【 0 0 4 3 】

このような収縮緩和パッド 2 2 は、たとえば、収縮緩和材料を含むペーストをシート状に成形して、グリーンシートの状態にし、このグリーンシートを、グリーンシート積層体 2 1 の作製工程において、第 1 のセラミックグリーンシート 7 と第 2 のセラミックグリーンシート 8 との間に挿入するようにすればよい。

【0 0 4 4】

なお、収縮緩和パッドの形成態様に関して、図1に示した収縮緩和パッド9および図3に示した収縮緩和パッド22は、いずれも、キャビティ5の底面上にははみ出さないように形成されたが、キャビティ5内での電子部品の実装を妨げない範囲であれば、収縮緩和パッドがキャビティ5の底面上にまで延び出すように設けられてもよい。

【0 0 4 5】

図4は、この発明のさらに他の実施形態による製造方法を実施して多層セラミック基板を製造する途中の段階で得られるグリーンシート積層体31を図解的に示す断面図である。図4において、図1または図3に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0 0 4 6】

図4に示したグリーンシート積層体31は、いわゆる無収縮プロセスを適用するための構造を有していて、図3に示したグリーンシート積層体21と実質的に同様の要素を備えている。

【0 0 4 7】

グリーンシート積層体31を得るため、前述した第1および第2のセラミックグリーンシート7および8ならびに収縮緩和パッド9のための収縮緩和材料に加えて、第1および第2のセラミックグリーンシート7および8に含まれるセラミック材料よりも焼結温度の高い収縮抑制用無機材料が用意される。この場合、第1および第2のセラミックグリーンシート7および8は、ガラス成分を含むことが好ましく、収縮抑制用無機材料としては、たとえばアルミナ粉末が用いられる。

【0 0 4 8】

そして、グリーンシート積層体31を作製するにあたって、第1および第2のセラミックグリーンシート7および8の積層方向での第1および第2の端面2および3を覆うように、収縮抑制用無機材料を含む収縮抑制層32および33がそれぞれ設けられる。第1の端面2上に位置される収縮抑制層32にあっては、キャビティ5の開口4を露出させる貫通部34を形成している。この貫通部34は

、好ましくは、キャビティ 5 の開口 4 と実質的に同じ形状とされる。

【0049】

上述した収縮抑制層 32 および 33 は、たとえば、収縮抑制用無機材料を含むスラリーをシート状に成形することによって、無機材料シート 35 を作製し、この無機材料シート 35 を、第 1 および第 2 のセラミックグリーンシート 7 および 8 とともに積層することによって、端面 2 および 3 にそれぞれ沿って設けることができる。この場合、収縮抑制層 32 および 33 の各々において必要とする厚みは、無機材料シート 35 の積層数によって調整されることができる。

【0050】

次に、グリーンシート積層体 31 は、図 1 を参照して前述したように、弾性体とともに、静水圧プレス法を適用して積層方向にプレスされる。このとき、収縮抑制層 32 に貫通部 34 が設けられているので、キャビティ 5 の底面部を容易にプレスすることができる。

【0051】

次に、グリーンシート積層体 31 は焼成される。より具体的には、通常の酸化性雰囲気において、まず、グリーンシート積層体 31 に含まれる有機成分を分解しかつ消失させる脱脂工程を実施し、さらに本焼成工程を実施するようにされる。なお、脱脂工程では、200～600℃程度の温度が付与され、本焼成工程では、800～1000℃程度の温度が付与されることが好ましく、これによって、第 1 および第 2 のセラミックグリーンシート 7 および 8 に含まれるセラミック材料のみが焼結するようにされる。

【0052】

上述した焼成工程において、収縮緩和パッド 22 は、第 1 のセラミックグリーンシート 7 と第 2 のセラミックグリーンシート 8 との界面部に生じる収縮応力を緩和するように作用し、キャビティ 5 の底面部の端部において、クラックの発生を抑制する。

【0053】

また、この焼成工程において、収縮抑制層 32 および 33 に含まれる収縮抑制用無機材料は、実質的に焼結しないため、収縮抑制層 32 および 33 には、実質

的な収縮が生じない。したがって、グリーンシート積層体 3 1 に備えるセラミックグリーンシート 7 および 8 にあっては、焼成工程において、厚み方向にのみ収縮が生じ、主面方向の収縮は、収縮抑制層 3 2 および 3 3 によって拘束されるため、実質的に生じないようにすることができる。

【 0 0 5 4 】

このようにして、グリーンシート積層体 3 1 の焼成によって、目的とする多層セラミック基板を適正な状態で得ることができる。このように多層セラミック基板が得られた後、通常、収縮抑制層 3 2 および 3 3 は除去される。

【 0 0 5 5 】

以上、図面を参照して説明した各実施形態では、第 2 のセラミックグリーンシート 8 は、キャビティのための貫通孔を有しないものであったが、これら第 2 のセラミックグリーンシート 8 の少なくともいくつかは、第 1 のセラミックグリーンシート 7 にある貫通孔 6 の位置には対応しない位置に貫通孔を有していてもよい。

【 0 0 5 6 】

【実験例】

以下に、この発明による効果を確認するため実施した実験例について説明する。

【 0 0 5 7 】

(実施例 1)

この実施例 1 においては、図 1 に示すような構造を有するグリーンシート積層体を作製し、このグリーンシート積層体を焼成して図 2 に示すような構造を有する多層セラミック基板を得た。なお、グリーンシート積層体としては、焼成後において分割することによって複数の多層セラミック基板を取り出すことができる多層集合基板となるべきものを作製した。

【 0 0 5 8 】

まず、複数のキャビティを分布させている 1 0 0 m m 口の平面寸法を有するグリーンシート積層体を得るため、複数の貫通孔を有する第 1 のセラミックグリーンシートと貫通孔を有しない第 2 のセラミックグリーンシートとを用意し、これ

らを積層するとともに、第1のセラミックグリーンシートと第2のセラミックグリーンシートとの界面部に、ガラス成分を含む収縮緩和材料ペーストをスクリーン印刷することによって、収縮緩和パッドを形成した。

【0059】

この収縮緩和パッドに含まれるガラス成分として、その軟化温度が第1および第2のセラミックグリーンシートの収縮開始温度以下のものを用いた。また、収縮緩和パッドは、第1のセラミックグリーンシートの主面の面積の20%以上の面積を有するようにした。また、キャビティの深さを $300\mu\text{m}$ とし、収縮緩和パッドの厚みを $30\mu\text{m}$ とした。

【0060】

次に、上述のようにして得られたグリーンシート積層体全体を、弾性体とともにプラスチックからなる袋に入れ、この袋によって真空パック状態にした。そして、金型とともに真空パックされたグリーンシート積層体を、静水圧プレス装置の水槽内に入れ、 60°C の温度で $2000\text{kgf}/\text{cm}^2$ の圧力をかけてプレスした。

【0061】

次に、プレス後のグリーンシート積層体を袋から取り出した後、グリーンシート積層体に対して、プレスを付与しない状態で、 450°C で4時間の脱脂工程および 1400°C で20分間の本焼成工程を実施した。

【0062】

このようにして、キャビティを有する多層セラミック基板となるべき多層集合基板を、キャビティの底面部の端部にクラックを生じさせない状態で作製することができた。

【0063】

(実施例2)

この実施例2では、図4に示すような構造を有するグリーンシート積層体を作製し、このグリーンシート積層体を焼成して多層セラミック基板を得た。なお、グリーンシート積層体としては、実施例1の場合と同様、多層集合基板となるべきものを作製した。

【 0 0 6 4 】

まず、複数のキャビティを分布させている 1 0 0 m m 口の平面寸法を有するグリーンシート積層体を得るため、複数の貫通孔を有する第 1 のセラミックグリーンシートと貫通孔を有しない第 2 のセラミックグリーンシートとを用意した。これらセラミックグリーンシートは、ガラス成分を含む組成をもって構成した。

【 0 0 6 5 】

また、収縮緩和パッドとなるべきガラス成分を含む収縮緩和材料ペーストから、第 1 のセラミックグリーンシートと同形状の収縮緩和材料グリーンシートを作製した。なお、収縮緩和材料に含まれるガラス成分として、セラミックグリーンシートに含まれるガラス成分と同種のものを用いた。

【 0 0 6 6 】

また、収縮抑制層を形成するためのアルミナ粉末を含むスラリーから収縮抑制用無機材料粉末を含む無機材料シートを作製した。

【 0 0 6 7 】

次に、上述した第 1 および第 2 のセラミックグリーンシート、収縮緩和材料グリーンシートおよび無機材料シートを用いて、グリーンシート積層体を作製した。すなわち、第 1 のセラミックグリーンシートと第 2 のセラミックグリーンシートとの間に収縮緩和パッドを設けるように収縮緩和材料グリーンシートを積層するとともに、収縮緩和パッドを挟んで積層された第 1 および第 2 のセラミックグリーンシートを挟むように収縮抑制層を設けるように無機材料シートを配置することによって、グリーンシート積層体を作製した。このグリーンシート積層体において、キャビティの深さを 3 0 0 μ m とし、収縮緩和パッドの厚みを 3 0 μ m とした。

【 0 0 6 8 】

次に、上述のようにして得られたグリーンシート積層体を、実施例 1 の場合と同様の方法によってプレスした。

【 0 0 6 9 】

次に、プレス後のグリーンシート積層体を、袋から取り出した後、グリーンシート積層体に対して、プレスを付与しない状態で、4 5 0 $^{\circ}$ C で 4 時間の脱脂工程

および 9 0 0 °C で 2 0 分間の本焼成工程を実施した。

【 0 0 7 0 】

このようにして、キャビティを有する多層セラミック基板となるべき多層集合基板を、キャビティの底面部の端部においてクラックが生じない状態で作製することができた。

【 0 0 7 1 】

(比較例)

この比較例においては、収縮緩和パッドを設けないことを除いて、実施例 1 と同様の操作を実施して、キャビティを有する多層セラミック基板となるべき多層集合基板を作製したが、キャビティの底面部の端部において、深さ約 1 0 μ m のクラックが発生していた。

【 0 0 7 2 】

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、キャビティを有する多層セラミック基板を得るために焼成されるグリーンシート積層体において、収縮緩和パッドが、キャビティの内周面の底面側端部において当該キャビティの内周面の全周にわたって露出する状態で、キャビティのための貫通孔を有する第 1 のセラミックグリーンシートと貫通孔を有しない第 2 のセラミックグリーンシートとの界面の少なくとも一部に沿って設けられているので、焼成工程において、キャビティの底面部の端部で生じる収縮応力が緩和され、したがって、この部分にクラックを生じさせない状態で多層セラミック基板を得ることができる。

【 0 0 7 3 】

また、上述のように、キャビティの底面部の端部において焼成時に生じる収縮応力が緩和されるので、焼成前のグリーンシート積層体に対して実施されるプレス工程において用いる弾性体について、その形状や性質を細かくかつ厳格に規定する必要がなく、プレス工程で用いる設備コストを低減でき、かつプレス工程の能率性を高めることができる。

【 0 0 7 4 】

この発明において、収縮緩和パッドが、キャビティの内周面の近傍においての

み設けられる場合、第1のセラミックグリーンシートの主面の面積の10%以上の面積をもって収縮緩和パッドを設けるようにすれば、収縮緩和パッドによる収縮応力を緩和する効果を確実に得ることができる。

【0075】

また、この発明において、収縮緩和パッドが、キャビティの深さに対して20%以下の厚みをもって設けられると、キャビティの側壁部における不所望な変形を防止することができる。

【0076】

また、この発明において、収縮緩和パッドが、ガラス成分を含み、その軟化温度が、第1および第2のセラミックグリーンシートの収縮開始温度を同等かそれより低くするようにしたり、第1および第2のセラミックグリーンシートが、ガラス成分を含む場合には、第1および第2のセラミックグリーンシートに含まれるガラス成分の含有率を、収縮緩和パッドに含まれるガラス成分の含有率より少なくしたりすることによって、収縮緩和パッドにとって必要な性質を容易に与えることができる。

【0077】

また、上述のように、第1および第2のセラミックグリーンシートがガラス成分を含む場合、収縮緩和パッドに含まれるガラス成分が、第1および第2のセラミックグリーンシートに含まれるガラス成分と同種のものを含むようにしたり、より好ましくは、収縮緩和パッドに含まれるガラス成分と第1および第2のセラミックグリーンシートに含まれるガラス成分とが同種であったりすると、焼成後において、収縮緩和パッドと第1および第2のセラミックグリーンシートとの界面部分における接合性を向上させることができる。

【0078】

また、この発明において、第1および第2のセラミックグリーンシートに含まれるセラミック材料よりも焼結温度の高い収縮抑制用無機材料を含む収縮抑制層を、グリーンシートの積層方向での各端面を覆うように設けた状態で、焼成工程を実施すれば、主面方向での収縮を実質的に伴わない状態で、第1および第2のセラミックグリーンシートから第1および第2のセラミック層をそれぞれ与える

ことができるので、得られた多層セラミック基板において不均一な変形がもたらされにくくなり、そのため、多層セラミック基板に関連して設けられる配線導体において不所望な変形や歪がもたらされにくくすることができ、その結果、配線導体の高密度化を問題なく進めることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の一実施形態による製造方法を実施して多層セラミック基板を製造する途中の段階で得られるグリーンシート積層体 1 を図解的に示す断面図である。

【図 2】

図 1 に示したグリーンシート積層体 1 を焼成して得られた多層セラミック基板 1 0 を図解的に示す断面図である。

【図 3】

この発明の他の実施形態による製造方法を実施して多層セラミック基板を製造する途中の段階で得られるグリーンシート積層体 2 1 を図解的に示す断面図である。

【図 4】

この発明のさらに他の実施形態による製造方法を実施して多層セラミック基板を製造する途中の段階で得られるグリーンシート積層体 3 1 を図解的に示す断面図である。

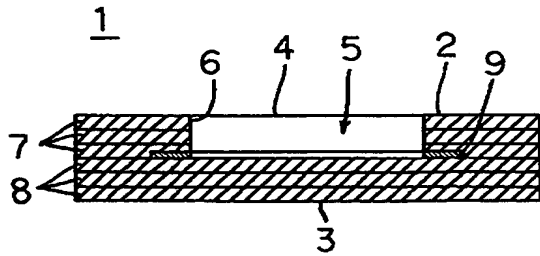
【符号の説明】

- 1, 2 1, 3 1 グリーンシート積層体
- 2, 3 端面
- 4 開口
- 5 キャビティ
- 6 貫通孔
- 7 第 1 のセラミックグリーンシート
- 8 第 2 のセラミックグリーンシート
- 9, 2 2 収縮緩和パッド
- 1 0 多層セラミック基板

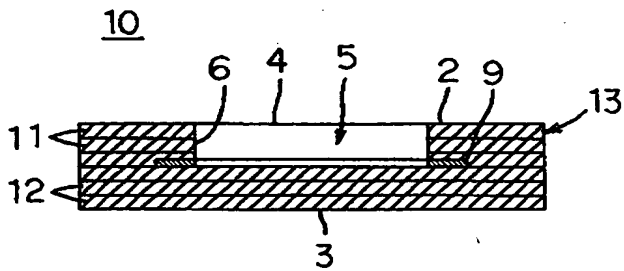
- 1 1 第 1 のセラミック層
- 1 2 第 2 のセラミック層
- 1 3 積層体
- 3 2, 3 3 収縮抑制層
- 3 4 貫通部

【書類名】 図面

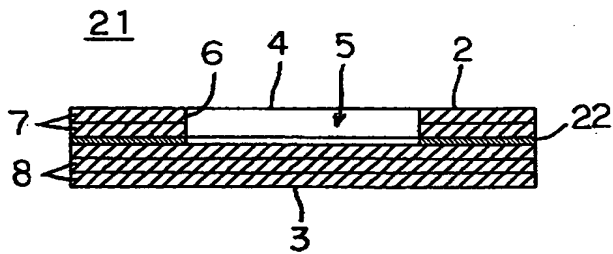
【図 1】



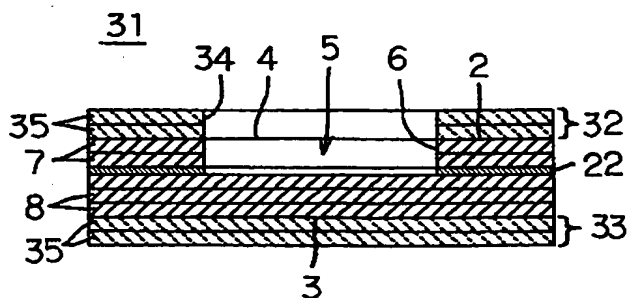
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 キャビティを有する多層セラミック基板を得ようとするとき、焼成工程において、キャビティの底面部の端部においてクラックが生じることがある。

【解決手段】 焼成されることによって、キャビティ 5 を有する多層セラミック基板となるグリーンシート積層体 1 において、キャビティ 5 の内周面の底面側端部において当該キャビティ 5 の内周面の全周にわたって露出する状態で、キャビティ 5 のための貫通孔 6 を有する第 1 のセラミックグリーンシート 7 と貫通孔を有しない第 2 のセラミックグリーンシート 8 との界面に沿って、収縮緩和パッド 9 を設ける。収縮緩和パッド 9 は、たとえば、ガラス成分を含み、焼成工程において、第 1 のセラミックグリーンシート 7 と第 2 のセラミックグリーンシート 8 との界面部に生じる収縮応力を緩和するように作用する。

【選択図】 図 1

特2000-359025

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名 株式会社村田製作所